

1-2

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-067493

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

H05H 1/46  
 C23C 16/50  
 C23F 4/00  
 H01L 21/205  
 H01L 21/3065  
 H01L 21/31

(21)Application number : 09-227764

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.08.1997

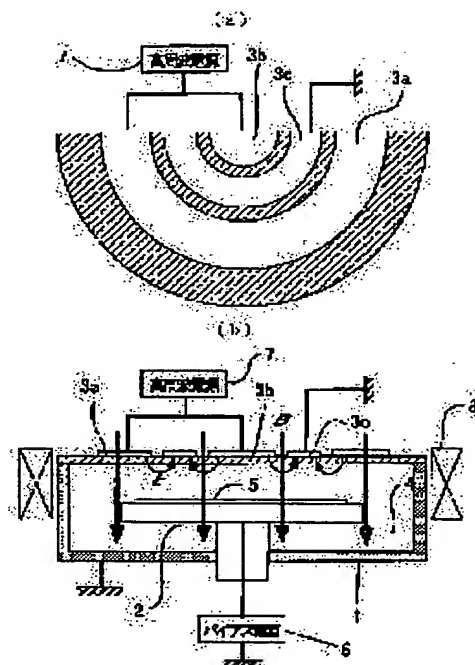
(72)Inventor : OTSUBO TORU  
 SASAKI ICHIRO  
 MASUDA TOSHIO  
 TANAKA JUNICHI  
 KAJI TETSUNORI  
 WATANABE KATSUYA

## (54) PLASMA PROCESSING DEVICE AND PLASMA PROCESSING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a high performance device with high yield by operating a capacitively coupled discharge means and an electromagnetic radiation means by the aid of high frequency electrolysis together and processing a sample by the produced plasma.

SOLUTION: The energy supplied to plasma has two passages, i.e., a capacitive coupling and high frequency field heating and the energy situation of electrons can be varied by changing the power distribution ratio for each passage. If the thickness of a quartz plate 4 located in the upper part of a process chamber 1 is increased, the impedance for capacitive coupling is increased so that the ratio of electromagnetic radiation is increased and the energy level of the electrons is increased. If the space between a high frequency power source 7 and an earth ring electrode is reduced, the high frequency field is intensified and thereby, the ratio of the electromagnetic radiation is increased and likewise, the energy level of electrons is raised so that the decomposition of carbon fluoride gas is advanced and the etching speed of a silicon film is thereby improved. The etching characteristic can be optimized by adjusting the thickness of the quartz plate 4 and the space between the high frequency power source 7 and the earth ring electrode in order to control the decomposing condition of the carbon fluoride gas.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-67493

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	F I	
H 0 5 H	1/46	H 0 5 H	1/46 L
C 2 3 C	16/50	C 2 3 C	16/50
C 2 3 F	4/00	C 2 3 F	4/00 A
H 0 1 L	21/205	H 0 1 L	21/205 C
	21/3065		21/31
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願平9-227764	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成9年(1997) 8月25日	(72) 発明者	大坪 徹 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	佐々木 一郎 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	増田 俊夫 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(74) 代理人	弁理士 小川 勝男
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

(57) 【要約】

【課題】 1) 高選択エッチングと高精度、高速エッチングの両立

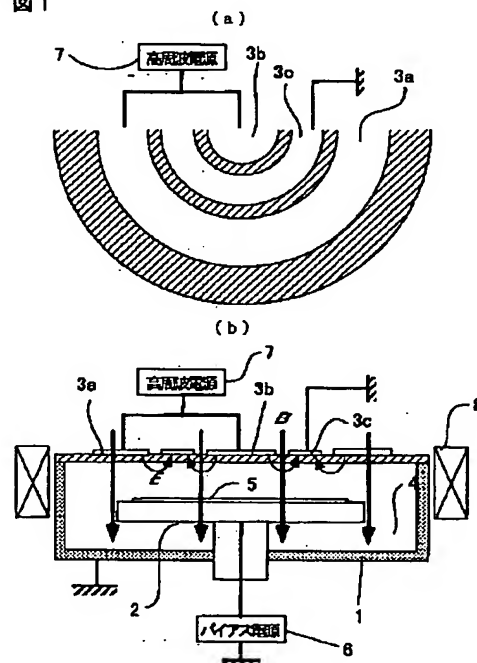
2) 膜質と高速成膜の両立

3) 上記プロセスを両立する基本課題はプラズマ中の電子エネルギーレベルの独立制御。

【解決手段】 1) プラズマ中に電磁波を放射し、電磁波の電界によりプラズマ中の電子にエネルギーを与え制御する。

【効果】 本発明により、高選択エッチングと高精度、高速エッチングあるいは膜質と成膜速度など従来技術では両立が難しい特性の両立がはかれる。これにより半導体デバイスや液晶表示素子などの処理の高性能化がはかれ、より高性能なデバイスの生産が可能になるとともに、これらのデバイスを歩留まり良く、高い生産性で生産できる効果がある。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】プラズマ処理室内に設けた容量結合形放電手段と、高周波電界による電磁波放射手段と、前記両手段を共に動作させて発生させたプラズマにより試料を処理する手段とを具備したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】請求項 1 において、前記高周波電界による電磁波放射手段が、高周波電圧を印加する容量結合放電手段の電極とその近傍に設けた接地部材とにより構成されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】請求項 2 において、前記近傍に設けた接地部材がプラズマ処理室壁面であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】請求項 1 において、前記高周波電界による電磁波放射手段が位相が異なる高周波電圧をそれぞれ印加した絶縁された部材から構成されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 5】請求項 1 において、前記高周波電界による電磁波放射手段が、高周波電圧を印加する容量結合放電手段の電極と、その近傍に設けた前記高周波電圧の周波数に対して透過特性を持たせたフィルタにより接地された部材とから構成されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】プラズマ処理室内に設けた容量結合形放電手段と、高周波電界による電磁波放射手段と、前記放射される電磁波の電界に対しほぼ垂直の磁場を形成する手段と、前記各手段を共に動作させて発生させたプラズマにより試料を処理する手段とを具備したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 7】請求項 6 において、前記高周波電界による電磁波放射手段が、高周波電圧を印加する容量結合放電手段の電極とその近傍に設けた接地部材とにより構成されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】請求項 7 において、前記近傍に設けた接地部材がプラズマ処理室壁面であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】請求項 6 において、前記高周波電界による電磁波放射手段が、位相が異なる高周波電圧をそれぞれ印加した絶縁された部材から構成されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 10】請求項 6 において、前記高周波電界による電磁波放射手段が、高周波電圧を印加する容量結合放電手段の電極と、その近傍に設けた前記高周波電圧の周波数に対して透過特性を持たせたフィルタにより接地された部材とから構成されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 11】プラズマ処理室内で容量結合によりプラズマを発生させると共に、前記プラズマ中に高周波電界による電磁波を放射しながら試料をプラズマ処理することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 12】請求項 11 において、前記プラズマ中の高周波電界により電磁波を放射する部分を複数箇所設け、プラズマ処理の均一性を制御し、試料をプラズマ処理することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 13】プラズマ処理室内で容量結合によりプラズマを発生させると共に、前記プラズマ中に高周波電界による電磁波放射し、前記電磁波の電界に対しほぼ垂直方向に磁場を発生しながら試料をプラズマ処理することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 14】請求項 13 において、前記磁場強度が放射される電磁波の周波数にたいし、電子サイクロトロン共鳴を起こさせる条件付近に設定し、試料をプラズマ処理することを特徴とするプラズマ処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に関し、特に半導体デバイスや液晶表示素子の微細パターンを形成するのに好適なプラズマエッチング、微細構造薄膜の形成に好適なプラズマ CVD 処理などのプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体デバイスのエッチング処理に好適な、プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法として、特開平 4-239128 号公報、特開平 8-195379 号公報等に示されるものがある。前者は基板に入射するイオンのエネルギーを磁場により自己バイアス電圧を制御してダメージを低減したエッチング処理をするものであり、後者は容量結合電極とそれに接続した電磁誘導コイルに高周波電圧を印加し、低圧で高密度プラズマを発生し、制御性の優れたプラズマ処理を実現するものである。

【0003】しかし、これらの従来技術は処理基板に入射するイオンエネルギー制御、高密度プラズマの発生等の特徴はあるが、今後のより高集積化した半導体素子の生産を容易にするプラズマ中のラジカル制御という点については十分考慮されているとはいえない。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

1) プラズマによるエッチング処理、CVD 処理などの特性を大きく左右する要因の 1 つはプラズマ中で電子衝突により生成されるラジカルである。このラジカルの発生量、発生するラジカル種は、プラズマ中の電子のエネルギー状況により決まる。

【0005】このプラズマ中電子のエネルギー状態は処理圧力による衝突頻度、プラズマ中電子の拡散による消滅割合等で決まる。プラズマ中の電子のエネルギー状態は中性分子、イオン等との衝突により統計的分布になり、圧力のように衝突頻度を変えることで統計的分布を変える以外、その分布を制御することは困難であった。そのため、従来電子エネルギー状態を制御するためには処理圧力

を制御する方法が取られていた。しかし処理圧力を制御する方法は、エッチング処理では微細加工性等のエッチング特性に影響、プラズマCVDでは成膜速度、膜質に影響する。

【0006】2) 本発明では圧力のようなプロセス条件とは別にプラズマ発生手段、イオンエネルギー制御手段と独立したプラズマ中の電子エネルギー制御手段を提供することにある。

【0007】3) 高選択エッチング、高精度エッチングに不可欠なラジカル量、ラジカル種を制御するプラズマ中の電子エネルギー状態の適正化、により高速処理、高精度処理、と高選択処理が両立出来るエッチング方法およびエッチング装置を提供することにある。

【0008】4) プラズマCVDでは成膜ガスのプラズマ中で分解状況が成膜した膜の膜質、膜組成を左右する。プラズマ中の電子エネルギー状態の適正化により、膜質と成膜速度が両立できるプラズマCVD方法、プラズマCVD装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

1) 容量結合放電によるプラズマ発生手段、そのプラズマ中に高周波電界により電磁波を放射する手段、により容量結合放電で発生したプラズマ中の電子に電磁波によりエネルギーを与えるようにした。

【0010】これにより、電子のエネルギーは電磁波により制御できるようになり、容量結合放電と電磁波放射に供給される電力割合を変えることにより、プラズマ中の電子エネルギー状況を変えることが出来、ラジカル量、ラジカル種が制御できると共にプラズマの密度分布を制御することができる。

【0011】2) 上記手段とは独立に、発生する電磁波の電界とほぼ垂直方向に磁場を形成する磁場発生手段を設け、プラズマ中に電磁波が進行しやすくした。

【0012】これにより、プラズマ中の電子はこの電磁波よりエネルギーが供給され電子のエネルギー状況を制御できると共に、電磁波が進行することにより電子にエネルギーが供給される領域を制御できる。

【0013】3) また、上記磁場の磁場強度を放射される電磁波の周波数に対し、電子サイクロトロン共鳴が発生する条件を含めて可変に出来るようにした。

【0014】これにより、プラズマ中の電子に与えるエネルギーレベルを磁場強度を変えることにより制御できる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の一実施例を図1に示し、図1を用いて説明する。

【0016】図1において、処理室：1の中にはステージ電極：2、対向電極：3が対向して設けられている。処理室：1の本体は接地された金属容器で形成され、上部は石英板：4で形成されており、処理室：1と石英

板、各電極の接合部は真空シール構造となっており、処理室：1内を真空中に排気できる構造となっている。また、処理室：1には図示しない処理ガス供給機構があり、処理ガスを供給しながら図示しない排気制御機構により処理室：1内の圧力を目的の圧力に制御できる様になっている。

【0017】ステージ電極：2には処理基板：5が載置できる構造になっており、図示しない温度制御機構によりプラズマ処理中の処理基板：5の温度を制御できるようになっている。また、ステージ電極：2には処理基板に入射するイオンのエネルギーを制御するバイアス電源（2MHz）：6が接続されている。

【0018】対向電極：3は高周波印加リング電極：3a、3b、およびアースリング電極：3cから成っており、高周波印加リング電極：3a、3bには100MHzの高周波電源：7が接続されており、アースリング電極：3cは接地されている。

【0019】処理室：1の外周にはコイル：8が設けられており、処理室内に磁場を形成形成できるようになっている。

【0020】次に本一実施例によるエッチング処理での動作例を説明する。

【0021】ステージ電極：2に処理基板：5を搬入し、載置する。図示しないエッチングガス供給源より設定流量のエッチングガス（弗化炭素系ガス）を供給し、処理室内の圧力が1Paになるよう排気を制御する。処理基板には半導体デバイスの絶縁膜である酸化シリコン膜、シリコン膜が形成されている。この処理基板をステージ電極：2に静電的に吸着させるとともに、図示しないヘリウムガス供給源より基板とステージ電極：2の間にHeガスを供給し、処理基板のエッチング処理中の温度上昇を防止する。

【0022】対向電極である高周波印加リング電極：3a、3bに100MHzの高周波電力を1.5KW投入し、放電によりプラズマを発生させる。高周波印加リング電極：3a、3bと処理室内の真空雰囲気の間は石英板：4で分離されているため、プラズマにたいするエネルギーの供給は容量結合により行われる。この場合、シースとプラズマの界面に形成される電界は小さいため電子のエネルギー分布はマクスウェル・ボルツマン分布に近い。

【0023】高周波印加リング電極：3a、3bとアースリング電極：3cの間には高周波電界Eが形成され、この電界から磁界がいせいされ形成され、更に電界が形成されるというように電磁波が放射される。容量結合による放電により、プラズマ密度は $1 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ 台のに達するため、放射される電磁波はプラズマ中に進行は出来ないが、石英板：4の近傍では電界が発生するため、この電界により電子は直接加速されエネルギーを受け取ることが出来る。この場合、エネルギーを受け取る電子は石英板近傍の電子だけであり、その割合は少ないが、電子のエ

エネルギーレベルは容量結合により発生したプラズマに比べ高くなる。

【0024】このように本一実施例ではプラズマに供給されるエネルギーは、容量結合によるものと、高周波電界による直接加熱の2通りの経路があり、各経路により電子が受け取るエネルギーレベルが異なるため、各経路の電力割合を変えることで電子のエネルギー状態を変えることができる。変える方法としては石英板：4の厚さを変える方法、高周波リング電極とアースリング電極の間隔を変える方法がある。石英板の厚さを厚くすると容量結合のインピーダンスが高くなり、放電電圧が高くなり電磁波放射の割合が増え、容量結合で供給される電力割合が下がり電子のエネルギーレベルは高くなる。高周波リング電極とアースリング電極の間隔を狭くすると高周波電界が強くなり電磁放射の割合が増え、同様に電子のエネルギーレベルは高くなる。これらの逆にすれば容量結合だけの放電によるエネルギーレベルに近づけることができる。

【0025】バイアス電源：6より2MHzの高周波電力を500W投入すると700Vppの電圧が発生し、プラズマからのイオンを加速して基板に入射させることができ、基板表面ではイオンのアシストにより、プラズマにより分解されたエッチングガス（弗化炭素系ガス）と酸化シリコン膜、シリコン膜が反応しエッチングが進行する。

【0026】電子のエネルギーレベルが高いと、弗化炭素系ガスの分解が進み、弗素系ラジカル量が増え、シリコン膜のエッチング速度が向上する。また、このようなガス分解が進んだ条件ではエッチング断面形状も垂直に近くなり、分解が進まない条件では順テーパ形状になりやすい。半導体デバイスの製造では絶縁膜である酸化シリコン膜のエッチング速度に対するシリコン膜のエッチング速度を出来るだけ小さくし、エッチング断面形状も出来るだけ垂直に近づけることが必要である。そのためには弗化炭素系ガスの分解状況を適切に制御し、両者を両立させる条件を見つけることが必要である。

【0027】本発明では先に述べたように、石英板の厚さ、高周波リング電極とアースリング電極の間隔等を調整することにより、弗化炭素系ガスの分解状況を制御でき、エッチング特性の最適化ができる。

【0028】また、高周波印加リング電極：3a、3b、アースリング電極の寸法を変えることでプラズマの分布を変えることもできる。

【0029】次に、本一実施例におけるその他の電子エネルギー制御方法について説明する。

【0030】高周波印加リング電極：3a、3bとアースリング電極：3cの間には高周波電界Eが形成され、電磁波が放射されることは先に説明したが、この一実施例では無磁場条件であったため、電磁波はプラズマ中に進行は出来ず、石英板近傍の電子にエネルギーを供給するだけであった。本制御方法ではコイル：8に電流を流

し、磁場Bを形成して電磁波がプラズマ中に進行出来るようにした。また、磁場の強度を電磁波の周波数に対し電子サイクロトロン共鳴を起こす条件を含めて設定できるようにし、容量結合放電プラズマへの電磁波の放射と磁場強度の制御により、電子に与えるエネルギーレベルを制御し、適切な電子エネルギー状態に制御できるようにした。

【0031】100MHzの周波数でも、磁場を形成すると電磁波はプラズマ中に進行出来る条件ができるが、このとき磁場は電磁波の電界に対しほぼ直角方向でなければならない。そのため高周波電界による電子の加速は磁場に拘束され、高周波電界から電子が受け取るエネルギーは僅かであり、電子のエネルギー状態を僅かに高めるだけである。そのためラジカルの生成など低エネルギーの電子を増やすのに効果的である。

【0032】100MHzでの電子サイクロトロン共鳴を起こす磁場強度に近い30～40Gに設定すると、電磁波の高周波電界からプラズマ中の電子に効率よくエネルギーが供給され、電子のエネルギーレベルはイオン化レベル以上まで高めることができ、エッチングガスの分解を促進できる。

【0033】このように、磁場強度を変えることにより、ラジカルを生成するのに適したレベルからイオン化レベル以上まで電子のエネルギーを制御でき、磁場強度の調整によりエッチングガスの分解状況を適切にし、エッチング特性の最適化が図れる。

【0034】本発明の他の実施例を図2に示し、図2を用いて説明する。

【0035】本一実施例は図1に示す対向電極：3を形成する高周波印加リング電極：3a、3b、およびアースリング電極：3cに相当する部分に対するその他の実施例である。

【0036】図2に示すように高周波印加プレート電極：10、アースプレート電極：11から成り、くし状に相対する高周波印加プレート電極：10とアースプレート電極：11の間に高周波電界が生じ、図1の実施例1で説明したと同じ原理により電磁波が放射される。また、高周波印加プレートがプラズマに対し容量結合により電力を供給する点も図1の実施例1と同じである。

【0037】電子エネルギー状態制御にたいする動作、機能も上記点を除いては図1の実施例1と同じであるため、ここでは省略する。

【0038】さらに、本発明のもう1つの他の実施例を図3に示し、図3を用いて説明する。

【0039】図3において、処理室：20の中にはステージ電極：2、対向電極：21が対向して設けられており、処理室：20と各電極は絶縁材：22a、絶縁材：22bにより絶縁されるとともに、処理室：20との接合部は真空シール構造となっており、処理室：1内を真空に排気できる構造となっている。対向電極：21には

100MHzの高周波電源：7、ロウパスフィルタ：23が接続されている。

【0040】処理室：20はアースに接地されており、その外周にはコイル：8が設けられ、処理室内に磁場を形成するようになっている。また、処理室：20には図示しない処理ガス供給機構があり、処理ガスを供給しながら図示しない排気制御機構により処理室：20内の圧力を目的の圧力に制御できる様になっている。

【0041】ステージ電極：2には処理基板：5が載置できる構造になっており、図示しない温度制御機構によりプラズマ処理中の処理基板：5の温度を制御できるようになっている。また、ステージ電極：2には処理基板に入射するイオンのエネルギーを制御するバイアス電源（2MHz）：6、ハイパスフィルタ：24が接続されている。

【0042】次に本一実施例によるエッチング処理での動作例を説明する。

【0043】図3において、ステージ電極：2に処理基板：5を搬入し、載置する。図示しないエッチングガス供給源より設定流量のエッチングガス（弗化炭素系ガス）を供給し、処理室内の圧力が1Paになるよう排気を制御する。処理基板には半導体デバイスの絶縁膜である酸化シリコン膜、シリコン膜が形成されている。この処理基板をステージ電極：2に静電的に吸着させるとともに、図示しないヘリウムガス供給源より基板とステージ電極：2の間にHeガスを供給し、処理基板のエッチング処理中の温度上昇を防止する。

【0044】対向電極：21に100MHzの高周波電力を1.5KW投入し、放電によりプラズマを発生させる。対向電極：21とプラズマの間にはシースが形成され、プラズマにたいするエネルギーの供給は容量結合により行われる。この場合、シースとプラズマの界面に形成される電界は小さいため電子のエネルギー分布はマクスウェル・ボルツマン分布に近い。

【0045】対向電極：21と処理室：20の間には高周波電界Eが形成され、電磁波が放射される。

【0046】コイル：8に電流を流し、磁場Bを形成すると共に、磁場の強度を印加高周波の周波数に対し電子サイクロトロン共鳴を起こす条件を挟んで設定出来るようにした。

【0047】100MHzの周波数でも、磁場を形成すると電磁波はプラズマ中に進行出来る条件ができるが、このとき磁場は電磁波の電界に対しほぼ直角方向でなければならない。そのため高周波電界による電子の加速は磁場に拘束され、高周波電界から電子が受け取るエネルギーは僅かであり、電子のエネルギー状態を僅かに高めるだけである。そのためラジカルの生成など低エネルギーの電子を増やすのに効果的である。

【0048】100MHzでの電子サイクロトロン共鳴を起こす磁場強度に近い30~40Gに設定すると、電磁

波の高周波電界からプラズマ中の電子に効率よくエネルギーが供給され、電子のエネルギーレベルはイオン化レベル以上まで高めることができる。このように、磁場強度を変えることにより、ラジカルを生成するのに適したレベルからイオン化レベル以上まで電子のエネルギーを制御できる。

【0049】バイアス電源：6より2MHzの高周波電力を500W投入すると700Vppの電圧が発生し、プラズマからのイオンはこの電圧で加速され基板に入射し、基板表面ではイオンのアシストにより、プラズマにより分解されたエッチングガス（弗化炭素系ガス）と酸化シリコン膜、シリコン膜が反応しエッチングが進行する。

【0050】電子のエネルギーレベルが高いと、弗化炭素系ガスの分解が進み、弗素系ラジカル量が増え、シリコン膜のエッチング速度が向上する。また、このようなガス分解が進んだ条件ではエッチング断面形状も垂直に近くなり、分解が進まない条件では順テーパ形状になりやすい。半導体デバイスの製造では絶縁膜である酸化シリコン膜のエッチング速度に対するシリコン膜のエッチング速度を出来るだけ小さくし、エッチング断面形状も出来るだけ垂直に近づけることが必要である。そのためには弗化炭素系ガスの分解状況を適切に制御し、両者を両立させる条件を見つけることが必要である。

【0051】本発明では磁場強度を変えることで、この弗化炭素系ガスの分解状況を制御でき、酸化シリコン膜とシリコン膜のエッチング速度比、エッチング形状などのエッチング特性の最適化が圧力やエッチングガス流量、高周波電力とは独立に制御できる。

【0052】さらに、本発明のもう1つの他の実施例を図4に示し、図4を用いて説明する。

【0053】本一実施例の基本構成は図3に示す実施例と同じであり、ここでは相違点のみを説明する。

【0054】図4において、処理室：20はアースに接地されておらず、800KHzのバイアス電源：25、100MHzのハイパスフィルタ：26が接続されている。

【0055】ステージ電極：2には図示しない基板加熱機構が組み込まれており、処理基板を室温から500度摂氏の間の設定値に加熱できるようになっている。

【0056】次に、本一実施例によるプラズマCVD処理での動作例を説明する。

【0057】図4において、ステージ電極：2に処理基板：5を搬入し、載置する。図示しないCVDガス供給源より設定流量のCVDガス（弗化シリコンガス+酸素ガス）を供給し、処理室内の圧力が4Paになるよう排気を制御する。処理基板をステージ電極：2に載せ、処理基板の温度を300度摂氏に加熱する。対向電極：21に100MHzの高周波電力、1.5KW投入しステージ電極：2との間に容量結合放電を発生させ、CVDガスをプラズマ状態にする。

【0058】対向電極：21には高周波電源：7からの



電力供給により100MHzの高電圧(1400Vpp)が発生し、処理室:20との間に高周波電界が発生する。処理室:20は接地されてはいないが、ハイパスフィルタ:26により100MHzの高周波に対しては接地されたのと同じ状態であり、図3に示す実施例と同様に高周波の電磁波を放射する。

【0059】弗化シリコンガスは結合が強く分解が進まず、フッ素が、形成される酸化シリコン膜中に多く吸蔵される。100MHzの電磁波と磁場の作用により先の図3に示した実施例と同様に、電子のエネルギーレベルを制御し、弗化シリコンガスの分解を促進して解離したフッ素ガスを排気するため、酸化シリコン膜中への吸蔵が低減され膜質の向上を図ることができる。また、弗化シリコンガスの分解が促進されるため、解離したシリコンと酸素ガスの反応も促進され、成膜レートの向上も図れる。

【0060】また本一実施例ではハイパスフィルタ:24とハイパスフィルタ:26の周波数特性を印加する周波数の倍周波である200MHzに設定することで、プラズマシースの持っている非線形特性から印加周波数が100Mと200Mの混合した周波数になり、磁場強度が70G前後でも共鳴条件を作ることができる。この倍周波の混合割合は整合器のリアクタンスとキャパシタンスの割合を変えることで実現できる。

【0061】プラズマCVDでは処理室内壁にも酸化シリコン膜が形成され、これらが剥がれてパーティクルとなり、半導体製品を製造する上での課題となっている。本実施例では処理室:20の内壁面にバイアス電源:25から800KHzの高周波電圧を印加でき、これにより入射イオンエネルギーを高める効果と、弗化シリコンガスの分解により発生したフッ素により、処理室:20の内壁面に形成される酸化シリコン膜はエッチングされ除去されるため、成膜中に処理室内壁面に膜が付かず、パーティクルの発生を低減できる。

【0062】さらに、本発明のもう1つの他の実施例を図5に示し、図5を用いて説明する。

【0063】本一実施例の基本構成は図3に示す実施例と同じであり、ここでは相違点のみを説明する。

【0064】図5において、対向電極:21は対向電極:21a、対向電極:21bから成り、それぞれの電極は絶縁材:30aにより相互に絶縁されており、また、絶縁材:30bにより処理室:20とも絶縁されている。それぞれの電極には高周波電源:31、高周波電源:32が接続されており、高周波電源:31と高周波電源:32は位相がずれた同じ周波数(本実施例では100MHz)を発生し、それぞれの電極に印加するようになっている。

【0065】位相が異なる高周波を対向電極:21aと対向電極:21bに印加すると対向電極:21aと対向電極:21bの間には高周波電界が生じる。位相を18

0度ずらした場合、最も効率よく高周波電界を発生でき、位相のずれを0度にすると高周波電界は最も弱くなる。この位相制御と高周波電源:31、32の電力を制御することで、対向電極:21a、21bの間から発生する高周波の電磁波電力と対向電極:21bと処理室:20の間から発生する高周波の電磁波電力の割合を制御することができ、エッチング処理、プラズマCVD処理の均一性を制御することができる。また、高周波電源:31、32の電力を制御することで、容量結合による供給電力割合を制御し、均一性を制御することもできる。

【0066】更に、本一実施例では2台の高周波電源を用いているが、1台の電源から対向電極:21a、21bに供給する電力ラインの間にキャパシタンス、あるいはリアクタンスを入れ、位相をずらすことをしても同様の効果を得ることができる。

【0067】プラズマ処理プロセスについても本一実施例ではエッチングとCVDを中心に説明したがこれに限定されるものではなく、電子エネルギーレベルが処理性能に影響するようなプロセスであれば同様に適用できることは明らかである。

【0068】また、本一実施例ではプラズマ発生用高周波電源の周波数が100MHzの場合について説明してきた。しかし周波数はこれに限定されるものではなく、高周波電界による電磁波放射ができる周波数であれば同様の効果が得られる。現時点で効果が確認されている周波数は20MHz以上である。

【0069】

【発明の効果】本発明により、高選択エッチングと高精度、高速エッチングあるいは膜質と成膜速度など従来技術では両立が難しい特性の両立がはかれる。これにより半導体デバイスや液晶表示素子などの処理の高性能化がはかれ、より高性能なデバイスの生産が可能になるとともに、これらのデバイスを歩留まり良く、高い生産性で生産できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a):本発明の一実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

(b):本発明の一実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

【図2】本発明の他の実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

【図3】本発明の他の実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

【図4】本発明の他の実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

【図5】本発明の他の実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

【符号の説明】

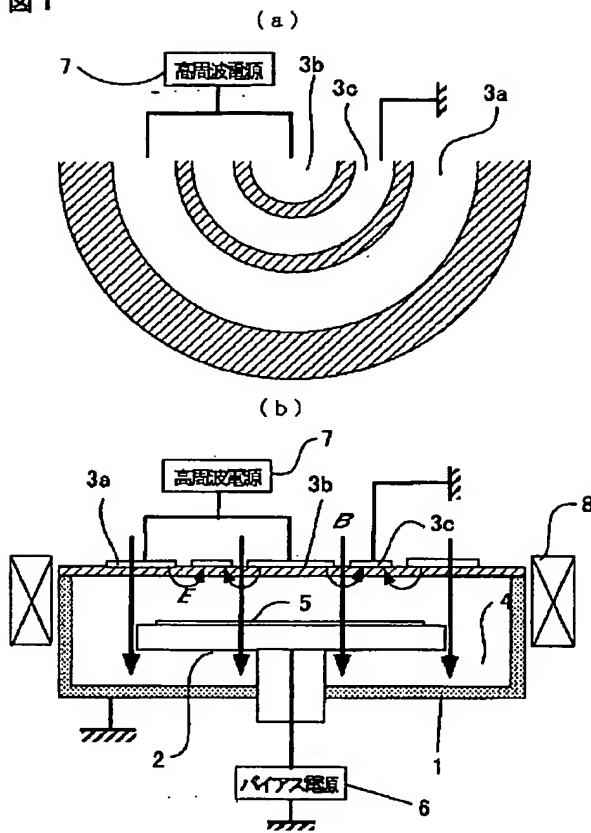
1:処理室、2:ステージ電極、3:対向電極、5:処理基板、6:バイアス電源、7:高周波電源、8:コイ



ル、20：処理室、21：対向電極。

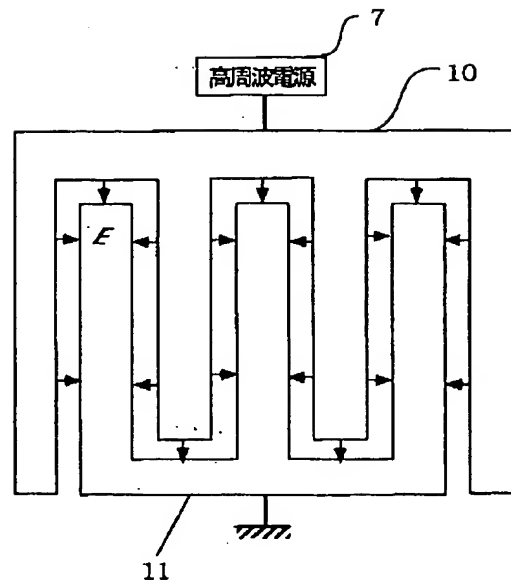
【図1】

図1



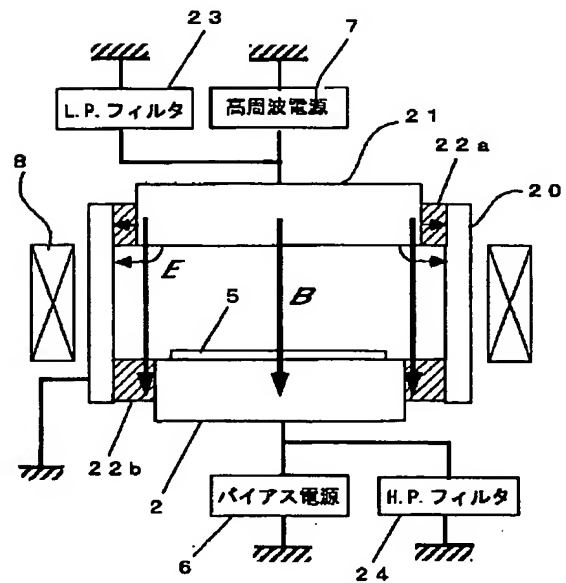
【図2】

図2



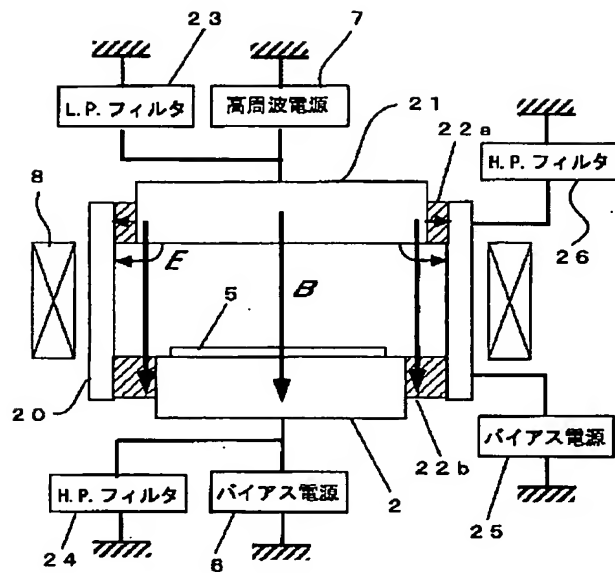
【図3】

図3



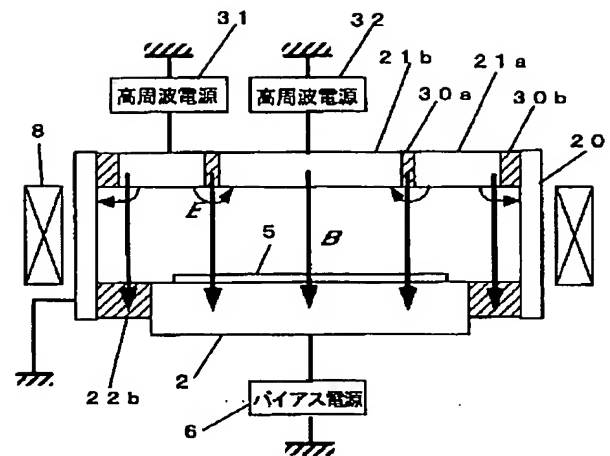
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6  
H 0 1 L 21/31

識別記号

F I  
H 0 1 L 21/302 B

(72) 発明者 田中 潤一  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72) 発明者 加治 哲徳  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
社日立製作所笠戸工場内  
(72) 発明者 渡辺 克哉  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
社日立製作所笠戸工場内